

描述

PT4054H是一款输入电源30V高耐压具备OVP保护功能完整的单节锂离子电池采用恒定电流/恒定电压线性充电器。采用SOT23-5封装与较少的外部元件数目使得PT4054H成为便携式应用的理想选择。PT4054H可以适合USB电源和适配器电源工作。PT4054H的CHRG端口的耐压最高也可达到30V。

由于采用了内部PMOSFET架构，加上防倒充电路，所以不需要外部隔离二极管。热反馈可对充电电流进行自动调节，以便在大功率操作或高环境温度条件下对芯片温度加以限制。充满电压4.2V而充电电流可通过一个电阻器进行外部设置。当充电电流在达到最终浮充电压之后降至设定值1/10时，PT4054H将自动终止充电循环。

当输入电压（交流适配器或USB电源）被拿掉时，PT4054H自动进入一个低电流状态，将电池漏电流降至1uA以下。PT4054H在有电源时也可置于停机模式，从而将供电电流降至120uA。PT4054H的其他特点包括输入欠压闭锁、输入过压保护、自动再充电和1个用于指示充电的LED状态引脚。

特点

- 最高30V电源输入(需按典型电路应用)
- 高达600mA的可编程充电电流
- 用于单节锂离子电池
- 恒定电流/恒定电压操作，有温度自适应可实现充电速率最大化
- 精度达到±1%的预设充电电压
- 充满截止电压为：4.2V
- 输入电压6.8V时芯片OVP保护
- C/10充电终止
- 涓流电流20%、支持电池0V充电
- 无电源时电池漏电小于1uA
- 2.9V涓流充电
- 锂电池正负极反接保护
- 软启动限制了浪涌电流
- 采用SOT23-5封装

应用

- 蓝牙音箱
- 台灯
- 各种移动式设备、各种充电器
- 电子烟

绝对最大额定值

- 输入电源电压 (V_{CC}) : -0.3V~32V
- PROG: -0.3V~8V
- BAT: -4.5V~20V
- $\overline{CHRG}$: -0.3V~30V
- BAT 短路持续时间: 连续
- BAT 引脚电流: 800mA
- PROG 引脚电流: 1200uA
- 最大结温: 145℃
- 热阻, (SOT23-5, θ_{JA}): 190℃/W
- Maximum Power Dissipation:
(SOT23-5, PD, TA=25℃) : 0.8W
- 工作环境温度范围: -40℃~85℃
- 贮存温度范围: -65℃~125℃
- 引脚温度 (焊接时间 10 秒): 260℃
- 人体模式静电等级 ESD (HBM) : ±2KV

完整的充电循环 (500mAh 电池)

$V_{in}=5V, Prog=1.91K$:

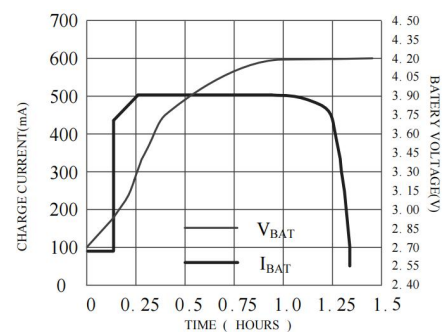
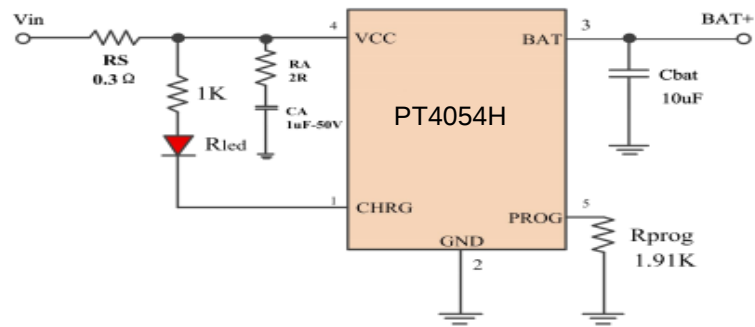


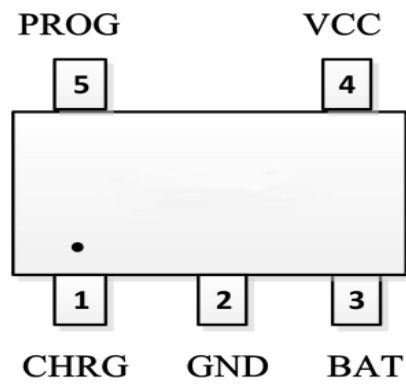
图 1

典型应用



注：上图为 500mA 电流充电，输入端 CA 电容,耐压选择输入最高电压 1.5~2 倍。

封装信息



SOT23-5 封装

电特性

凡表注●表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{CC}=5\text{V}$ ，除非特别注明。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	输入电源电压	按典型电路应用	●	-0.3	5.0	30	V
V_{CC}	输入工作电源电压		●	4.5	5.0	5.5	V
V_{ovp}	输入电源 OVP 电压	从 V_{CC} 低至高	●	6.3	6.8	7.3	V
V_{ovp}	输入电源 OVP 迟滞电压		●		250		mV
I_{CC}	输入电源电流	充电模式， $R_{PROG}=10\text{K}$ 待机模式（充电终止） 停机模式（ R_{PROG} 未连接， $V_{CC}<V_{BAT}$ ，或 $V_{CC}<V_{UV}$ ）	●		120	200	μA
V_{FLOAL}	稳定输出（浮充）电压 $0^{\circ}\text{C}\leq T_A\leq 85^{\circ}\text{C}$	$R_{PROG}=10.0\text{K}$		4.158	4.2	4.242	V
I_{BAT}	($V_{BAT}=3.7\text{V}$)	$R_{PROG}=1.91\text{K}$ ，电流模式	●	425	500	575	mA
I_{TRIKL}	涓流充电电流	$V_{BAT}<V_{TRIKL}$ ， $R_{PROG}=1.91\text{K}$	●		100		mA
V_{TRIKL}	涓流充电门限电压	$R_{PROG}=1\text{K}$ ， V_{BAT} 上升		2.8	2.9	3	V
V_{TRHYS}	涓流充电迟滞电压	$R_{PROG}=10\text{K}$		60	80	100	mV
V_{UV}	V_{CC} 欠压闭锁门限	从 V_{CC} 低至高	●		3.65		V
V_{UVHYS}	V_{CC} 欠压闭锁迟滞		●	150	200	250	mV
V_{ASD}	$V_{CC}-V_{BAT}$ 闭锁门限电压	V_{CC} 从低到高		120	140	150	mV
		V_{CC} 从高到低		90	110	120	mV
I_{TERM}	C/10 终止电流门限	$R_{PROG}=1.91\text{K}$	●		50		mA
V_{PROG}	PROG 引脚电压	$R_{PROG}=10.0\text{K}$ ，电流模式	●	0.9	1.0	1.1	V
V_{CHRG}	CHRG 引脚输出低电压	$I_{CHRG}=5\text{mA}$			0.3	0.6	V
ΔV_{RECHRG}	再充电电池门限电压	$V_{FLOAT}-V_{RECHRG}$		50	100	150	mV
T_{LIM}	限定温度模式中的结温				145	165	$^{\circ}\text{C}$
R_{ON}	功率 FET“导通”电阻（在 V_{CC} 与 BAT 之间）				700		$\text{m}\Omega$
t_{ss}	软启动时间	$I_{BAT}=0$ 至 $I_{BAT}=950/R_{PROG}$			20		μs
$t_{RECHARGE}$	再充电比较器滤波时间	V_{BAT} 高至低		0.8	2	4	ms
t_{TERM}	终止比较器滤波时间	I_{BAT} 降至 $I_{CHARGE}/10$ 以下		0.8	2	4	ms
I_{PROG}	PROG 引脚上拉电流				2.0		μA

引脚功能

CHRG（引脚1） 漏极开路输出的充电状态指示端。当充电器向电池充电时，CHRG 管脚被内部开关拉到低电平，表示充电正在进行；否则 CHRG 管脚处于高阻态。

GND（引脚2）：电源地。

BAT（引脚3）：电池连接端。该引脚向电池提供充电电流并将最终浮充电压调节至 4.2V；该引脚的一个精准内部电阻分压器设定浮充电压，并应通过至少一个 10μF 电容器进行旁路。

VCC（引脚4）：输入电压正输入端。该引脚向充电器供电。当 VCC 降至 BAT 引脚电压的 ±100mV 以内，PT 4054H 进入停机模式，从而使 IBAT 降至 1μA 以下。

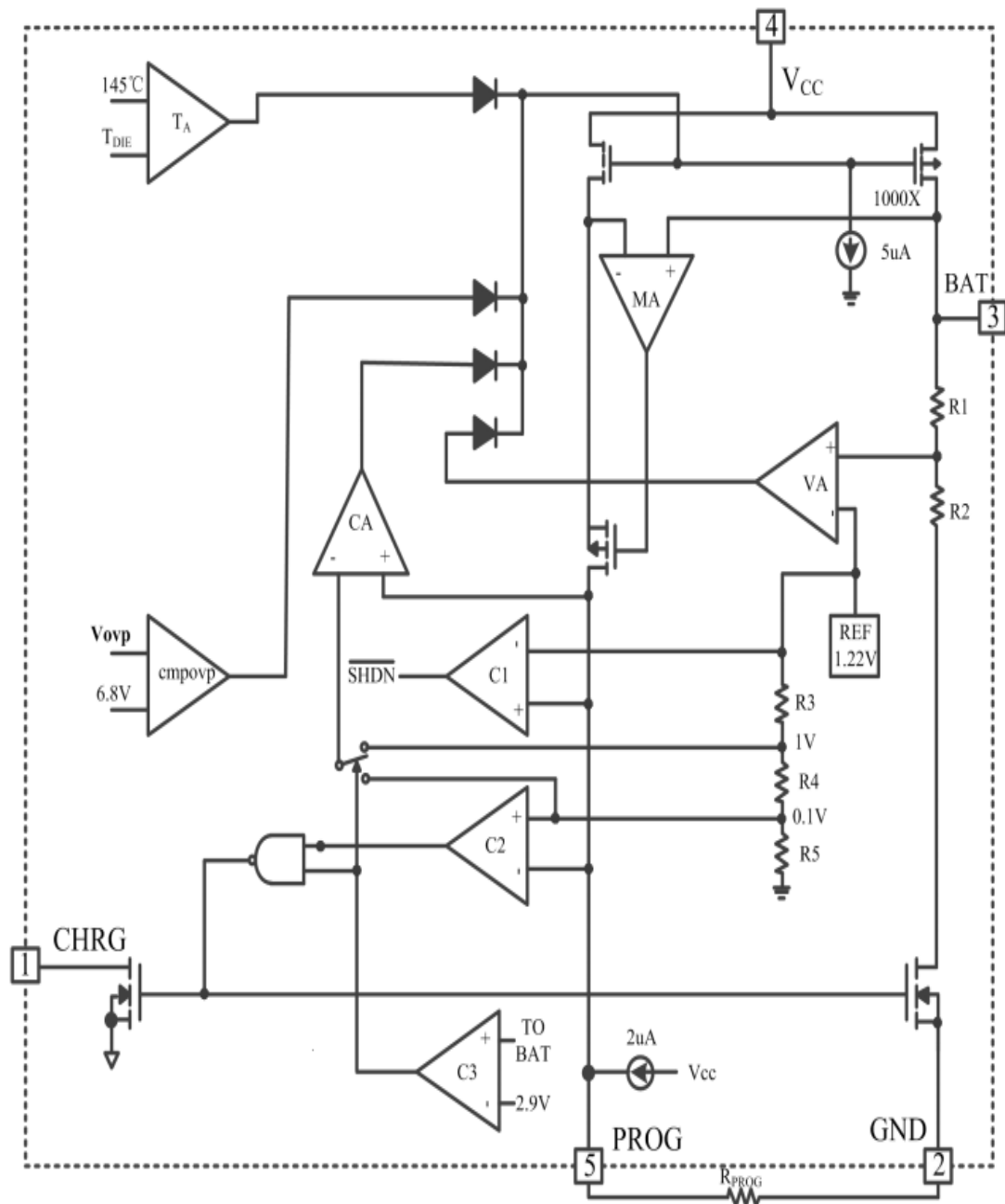
PROG（引脚5）：恒流充电电流设置和充电电流监测端。从 PROG 管脚连接一个外部电阻到地端可以对充电电流进行编程。在预充电阶段，此管脚的电压被调制在 0.1V；在恒流充电阶段，此管脚的电压被固定在 1V。在充电状态的所有模式，测量该管脚的电压都可以根据下面的公式来估算充电电流：

$$I_{BAT} = \frac{950}{R_{PROG}} \pm 15\%$$

以下为实测平均值：

R _{PROG} (KΩ)	I _{CHG} (mA)
32	30
20	48
10	95
4.7	200
3	315
1.91	500
1.5	630

方框图



工作原理

PT4054H是专门为一节锂离子或锂聚合物电池而设计的线性充电器电路，利用芯片内部的功率晶体管对电池进行恒流和恒压充电。充电电流可以用外部电阻编程设定，最大持续充电电流可达0.6A。PT4054H包含1个漏极开路输出的状态指示输出端，充电状态指示端CHRG。芯片内部的功率管理电路在芯片的结温超过145℃时自动降低充电电流，这个功能可以使用户最大限度的利用芯片的功率处理能力，不用担心芯片过热而损坏芯片或者外部元器件。这样，用户在设计充电电流时，可以不用考虑最坏情况，而只是根据典型情况进行设计就可以了，因为在最坏情况下，PT4054H会自动减小充电电流。

当输入电压大于电源低电压检测阈值和芯片使能输入端接高电平时，PT4054H开始对电池充电，CHRG管脚输出低电平，表示充电正在进行。如果电池电压低于2.9V，PT4054H采用涓流对电池进行预充电。当电池电压超过3V时，充电器采用恒流模式对电池充电，充电电流由PROG管脚和GND之间的电阻R_{PROG}确定。当电池电压接近4.2V电压时，充电电流逐渐减小，PT4054H进入恒压充电模式。当充电电流减小到充电结束阈值时，充电周期结束，CHRG端输出高阻态。

充电结束阈值是恒流充电电流的10%。当电池电压降到再充电阈值以下时，自动开始新的充电周期。芯片内部的高精度的电压基准源，误差放大器和电阻分压网络确保电池端调制电压的精度在1%以内，满足了锂离子电池和锂聚合物电池的要求。当输入电压掉电或者输入电压低于电池电压时，充电器进入低功耗的睡眠模式，电池端消耗的电流小于1μA，从而增加了待机时间。

充电电流的设定

充电电流是采用一个连接在PROG引脚与地之间的电阻器来设定的，电阻采用精度1%根据需要的充电电流来确定电阻器阻值，客户应用中，可根据需求选取合适大小的R_{PROG}。

充电终止

当充电电流在达到最终浮充电压之后降至设定值的1/10时，充电循环被终止。该条件是通过采用一个内部滤波比较器对PROG引脚进行监控来检测的。当PROG引脚电压降至100mV以下的时间超过 t_{TERM} (一般为1.8ms)时，充电被终止。充电电流被锁断，PT4054H进入待机模式，此时输入电源电流降至100μA。（注：C/10终止在涓流充电和热限制模式中失效）。

充电时，BAT引脚上的瞬变负载会使PROG引脚电压在DC充电电流降至设定值的1/10之间短暂地降至100mV以下。终止比较器上的1.8ms滤波时间(t_{TERM})确保这种性质的瞬变负载不会导致充电循环过早终止。一旦平均充电电流降至设定值的1/10以下，PT4054H即终止充电循环并停止通过BAT引脚提供任何电流。在这种状态下，BAT引脚上的所有负载都必须由电池来供电。

在待机模式中，PT4054H对BAT引脚电压进行连续监控。如果该引脚电压降到4.1V的再充电电门限(V_{RECHRG})以下，则另一个充电循环开始并再次向电池供应电流。

图3示出了一个典型充电循环的状态图。

充电状态指示器

PT4054H有1个漏极开路状态指示输出端，CHRG。当充电器处于充电状态时，CHRG被拉到低电平，在其它状态，CHRG处于高阻态。

当电池没有接到充电器时，CHRG输出脉冲信号表示没有安装电池。当电池连接端BAT管脚的外接电容为10μF时CHRG闪烁频率约0.5-2秒。

当不用状态指示功能时，将不用的状态指示输出端接到地。

充电状态/条件	红灯 $\overline{CHRG}$
正在充电状态	亮
电池充满状态	灭
Vcc欠压	灭
BAT端接10uF电容，无电池 无负载情况	闪烁T=0.5-2 S
输出电池反接	灭
输入电源OVP	灭

热限制

如果芯片温度升至约 145℃的预设值以上，则一个内部热反馈环路将减小设定的充电电流，直到 155℃以上减小电流至 0。该功能可防止PT4054H过热，并允许用户提高给定电路板功率处理能力的上限而没有损坏PT4054H的风险。在保证充电器将在最坏情况条件下自动减小电流的前提下，可根据典型（而不是最坏情况）环境温度来设定充电电流。

欠压闭锁

一个内部欠压闭锁电路对输入电压进行监控，并在 Vcc 升至欠压闭锁门限以上之前使充电器保持在停机模式。UVLO 电路将使充电器保持在停机模式。如果 UVLO 比较器发生跳变，则在 Vcc 升至比电池电压高 100mV 之前充电器将不会退出停机模式。

手动停机

在充电循环中的任何时刻都能通过去掉 R_{PROG}（从而使 PROG 引脚浮置）来把 PT4054

H 置于停机模式。这使得电池漏电流降至 1μA 以下，且电源电流降至 100μA 以下。

如果 PT4054H 处于欠压闭锁模式（Vcc < 3.5V），则 CHRG 引脚呈高阻抗状态：要么 Vcc 高出 BAT 引脚电压的幅度不足 100mV。

自动再启动

一旦充电循环被终止，PT4054H 立即采用一个具有 1.8ms 滤波时间（t_{RECHARGE}）的比较器来对 BAT 引脚上的电压进行连续监控。当电池电压降至 4.1V 以下时，充电循环重新开始。这确保了电池被维持在（或接近）一个满充电状态，并免除了进行周期性充电循环启动的需要。在再充电循环过程中，CHRG 引脚输出进入一个强下拉状态。

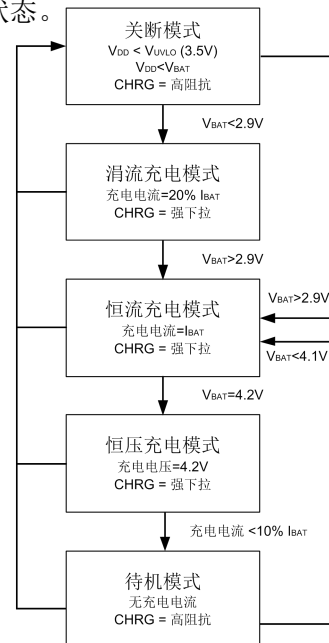


图 3：电池典型充电循环的状态图

热考虑

由于 SOT 封装的外形尺寸很小，因此，需要采用一个热设计精良的 PC 板布局以最大程度地增加可使用的充电电流，这一点非常重要。

或者如典型应用增加 RS 耗散电阻，降低芯片工作时产生的热量来提高充电速度。

充电电流软启动

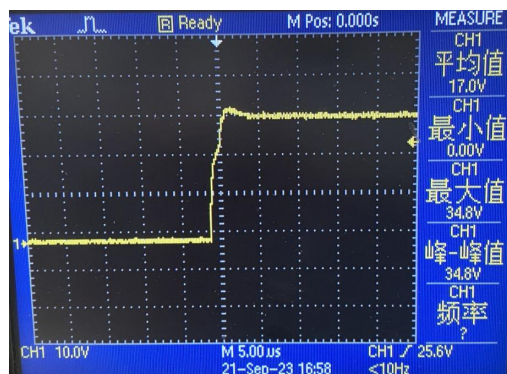
PT4054H包括一个用于在充电循环开始时最大限度地减小涌入电流的软启动电路。当一个充电循环被启动时，充电电流将在 $20\mu\text{s}$ 左右的间里从0上升至满幅全标度值。在启动过程中，这能够起到最大限度地减小电源上的瞬变电流负载的作用。

电池反接保护功能

PT4054H具备锂电池反接保护功能，当电池正负极反接于输出BAT引脚，此时反接的电池漏电电流小于4mA并不会损坏芯片。将反接的电池正确接入PT4054H自动开始充电循环。

VCC 旁电容器选择

输入旁路可以使用多种类型的电容器。然而，在采用多层陶瓷电容器时必须谨慎。由于有些类型的陶瓷电容器具有自谐振和高Q值的特点，因此，在某些启动条件下（比如将充电器输入与一个工作中的电源相连）有可能产生较高的电压瞬态信号损坏充电芯片，建议VCC端采用高品质陶瓷电容(X7R材质)或钽电容。

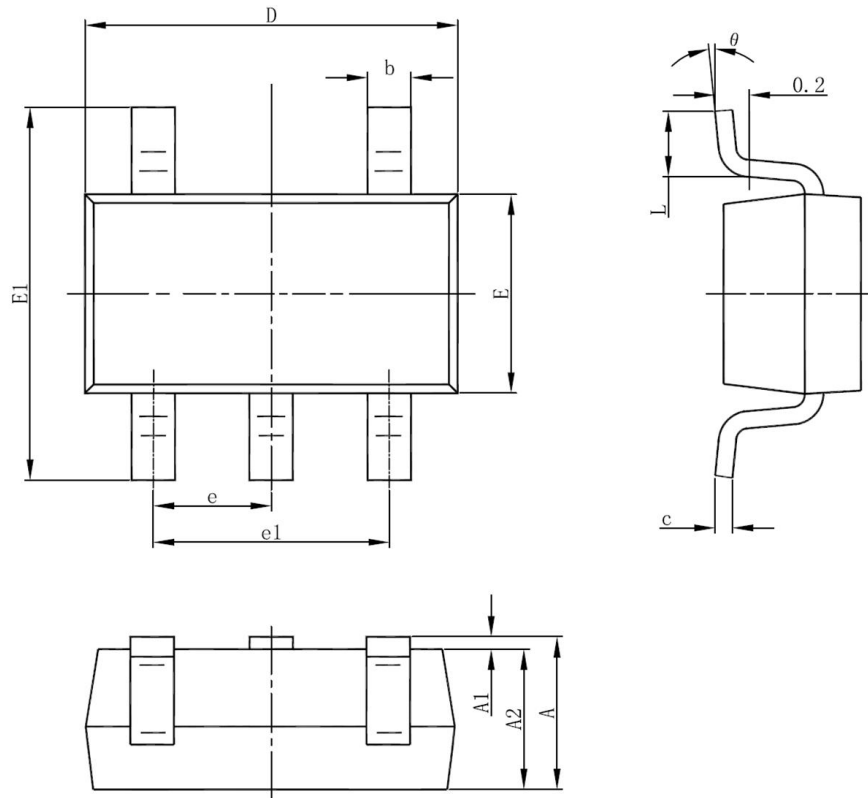


注：上图为典型应用输入 30V 时电压波形图。

封装描述

SOT23-5 封装:

SOT-23-5L PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
theta	0°	8°	0°	8°

PT4054H 应用及测试注意事项

- 1、 为保证各种情况下可靠使用，防止输入电源插拔所产生的尖峰和毛刺电压损坏芯片，芯片VCC 端(使用RS RA及CA器件)必须按照典型电路应用才可保证高压输入不被损坏, 建议PT4054H典型应用情况下，Vcc端口电容采用X7R的1uF陶瓷电容, 电容耐压选择最高输入电压1.5~2倍；BAT端采用10uF陶瓷电容。所有电容位置以靠近芯片引脚为优，电容地并集中连接于芯片地，不宜过远(电容位置可参考下图PCB走线参考)。
- 2、 VCC端串联一颗0.3Ω 的 0805或1206封装耗散电阻，电阻参数及封装可根据实际应用选择，主要考虑其功率是否足够；耗散电阻不仅可以得到稳定的充电电流，有效降低芯片充电电发热量，对输入上电瞬间所产生的尖峰电压有抑制作用且对整机系统的可靠性也有极大的提升。
- 3、 如需测试 PT4054H 充电电流，芯片 BAT 端（3号脚）应直接连接电池正极，不可联电流表，电流表可串在芯片VCC 端。

原理图及PCB走线参考图：

